

PATENT ABSTRACT OF JAPAN

(11) Publication of Examined Patent Application: Hei 8-30247
(24) (44) Publication Date of Examined application: 27. 03. 1996

(51) Int. CI C22C 38/00, 38/58

(21) Application No. 60-272838

(22) Filing Date: 4. 12. 1985

(65) Publication No. Sho 62-133048

(43) Publication Date: 16. 6. 1987

(71) Applicant: Sumitomo Metal Industries, Ltd., 5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku,
Osaka-shi, Osaka

(72) Inventors: Yoshiatsu SAWARAGI, et.al.
c/o Sumitomo Metal Industries, Ltd., Central Research Laboratory
3, Nishinagasu Hondori 1-chome, Amagasaki-shi, Hyogo

(54) [Title] Austenitic Steel Having Superior Strength at High Temperature

(57) Abstract

Purpose: To develop a steel stock excellent in strength at high temp. and structure stability and suitable as material for equipment for high-temp. service by adding specific amounts of Cu, Mg, and B, or further, Mo, W, Nb, etc., to an N-containing austenitic stainless steel and by reducing Si and Al content.

Constitution: As the material for equipment such as boiler, chemical plant, etc., used under high-temp. environment, <0.15%, by weight, C, <0.3% Si, <10% Mn, 14 to 27% Cr, 6 to 30% Ni, 2 to 6% Cu, 0.003 to 0.030 % Al, 0.001 to 0.015 % Mg, 0.001 to 0.010 % B, and 0.05 to 0.35% N are incorporated, or further, 0.3 to 3.0% Mo and /or 0.5 to 5.0% W or 0.05 to 1.5% Nb is incorporated independently or in combination. By improving creep rupture strength by simultaneous addition of Cu, B, and Mg together with N, and by adding Nb, as carbonitride dispersion-improving element, and Mo and W, as solid solution-strengthening elements, each by a small quantity, an austenitic stainless steel excellent in strength at high temp. can be obtained.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許出願公告番号

特公平8-30247

(24) (44)公告日 平成8年(1996)3月27日

(51)Int.Cl.⁶
C 22 C 38/00
38/58

識別記号 庁内整理番号
302 A

F I

技術表示箇所

発明の数4(全6頁)

(21)出願番号

特願昭60-272838

(22)出願日

昭和60年(1985)12月4日

(65)公開番号

特開昭62-133048

(43)公開日

昭和62年(1987)6月16日

(71)出願人 999999999

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 横木 義淳

兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住

友金属工業株式会社中央技術研究所内

(72)発明者 吉川 州彦

兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住

友金属工業株式会社中央技術研究所内

(74)代理人 弁理士 富田 和夫 (外1名)

審査官 岡田 万里

(56)参考文献 特開 昭55-21547 (J P, A)

(54)【発明の名称】 高温強度の優れたオーステナイト鋼

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量割合にて、
C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、
Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、
Mg:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、
N:0.05~0.35%、
Feおよび不可避的不純物：残り
から成る成分組成を有することを特徴とする、高温強度
の優れたオーステナイト鋼。

【請求項2】重量割合にて、
C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、

2

Ni:6~30%、Cu:2~6%、

Al:0.003~0.030%、

Mg:0.001~0.015%、

B:0.001~0.010%、

N:0.05~0.35%、

を含有し、さらに、

Mo:0.3~3.0%、

W:0.5~5.0%

のうちの1種以上を含有し、

Feおよび不可避的不純物：残り

から成る成分組成を有することを特徴とする、高温強度
の優れたオーステナイト鋼。

【請求項3】重量割合にて、
C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、

Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、
Mg:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、
N:0.05~0.35%、
Nb:0.05~1.5%、
Feおよび不可避的不純物：残り
から成る成分組成を有することを特徴とする、高温強度の優れたオーステナイト鋼。
【請求項4】重量割合にて、
C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、
Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、
Mg:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、
N:0.05~0.35%、
Nb:0.05~1.5%、
を含有し、さらに、
Mo:0.3~3.0%、
W:0.5~5.0%
のうちの1種以上を含有し、
Feおよび不可避的不純物：残り
から成る成分組成を有することを特徴とする、高温強度の優れたオーステナイト鋼。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

この発明は、優れた高温強度を有し、したがって高温装置用構造材料として用いた場合に優れた性能を発揮するオーステナイト鋼に関するものである。

【従来の技術】

従来、一般に高温環境下で使用されるボイラや化学プラント等の装置の構造材料として、18-8系オーステナイトステンレス鋼を主体としたオーステナイト鋼が広く用いられている。

【発明が解決しようとする問題点】

一方、近年のボイラや化学プラント等の高性能化および大型化はめざましく、これに伴ない、これらの装置の操業条件は一段と苛酷さを増し、より高温での操業が行なわれる状況にあり、したがって前記装置の構造材料には優れた高温強度が要求されるが、上記の18-8系オーステナイトステンレス鋼を主体としてオーステナイト鋼においては、十分な高温強度を具备するものでないために、これらの要求に満足に対応することができない。

【問題点を解決するための手段】

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、高温強度の優れたオーステナイト鋼を開発すべく研究を行なった結果、

(a) N含有オーステナイト鋼では、Cu、B、およびMgの含有によって高温強度が一層向上すること。

(b) 上記(a)のオーステナイト鋼の高温強度向上にはSiおよびAl含有量の低減が有効であり、特にSiは窒化物の析出を促進して強度低下や韌性劣化をもたらすことから、その含有量を0.3%以下に抑える必要があること。

(c) 上記(b)のオーステナイト鋼に、炭窒化物分散強化元素としてNb、あるいは固溶強化元素としてMoおよび/またはWを、単独で、あるいは複合で含有させると、高温強度が一段と向上すること。

10 以上(a)~(c)に示される研究結果を得たのである。

この発明は、上記の研究結果にもとづいてなされたものであって、重量割合で(以下、%は重量割合を示す)

C:0.15%以下、Si:0.3%以下、
Mn:10%以下、Cr:14~27%、
Ni:6~30%、Cu:2~6%、
Al:0.003~0.030%、Ag:0.001~0.015%、
B:0.001~0.010%、N:0.05~0.35%、
を含有し、さらに必要に応じて、

20 Mo:0.3~3.0%、W:0.5~5.0%、
Nb:0.05~1.5%、

のうちの1種以上を含有し、
Feおよび不可避的不純物：残り

から成る成分組成を有する、高温強度の優れたオーステナイト鋼に特徴を有するものである。

次いで、この発明のオーステナイト鋼において、各成分の含有割合を上記の通り限定した理由を説明する。

(a) C

Cは、オーステナイト鋼として必要な引張強さおよびクリープ破断強度を確保するのに有効な元素であるが、0.15%を越えて含有させると溶体化状態での未固溶炭化物量が増加して機械的性質に悪影響を及ぼすようになることから、C含有量は0.15%以下と定めた。なお、C含有量が微量であってもそれなりの効果を得られるが、好みしくは0.01%以上を含有させるのが良い。

(b) Si

Siは脱酸剤として有効な元素であり、通常のオーステナイト鋼では0.4~0.8%程度含有されているが、含有量が多くなると溶接性が劣化する上、高温強度および延性・韌性の低下をも招くこととなる。つまり、Siを含有させると、その増加に伴って長時間加熱中に生じるσ相量が増加することに加えて、窒化物量も増加することとなって機械的性質の劣化を甚だしくする。そして、この傾向はSi含有量が0.3%を越えると顕著になるためにSi含有量を0.3%以下と定めたが、できれば0.2%以下に抑えることが望ましい。

(c) Mn

Mnは同じく脱酸剤として有効であり、また加工性改善にも有効な元素であるが、10%を越えて含有させるとオーステナイト鋼の耐熱特性が劣化するようになるこ

とから、Mn含有量は10%以下と定めた。

(d) Cr

Crは耐酸化性および耐食性向上の点より必要な元素であり、その十分な効果を発揮させるためには14%以上の含有量を確保する必要がある。ところで、耐食性の観点からはCr含有量は多いほど望ましいが、27%を越えて含有させると加工性の劣化を招く上、組織不安定を来たす恐れがあることから、Cr含有量は14~27%と定めた。

(e) Ni

Niは安定なオーステナイト組織を確保するために必須の成分であり、その適正量はCr, Mo, W, Nb等の含有量によって定まるが、その含有量が6%未満であるとオーステナイト組織の安定確保が困難となり、一方30%を越えて含有させることは経済的な不利につながることから、Ni含有量は6~30%と定めた。

(f) Cu

Cuは高温強度を改善する作用を有しているが、その含有量が2%未満では前記作用に所望の効果が得られず、一方、6%を越えて含有させると延性が低下し、しかも加工性劣化をも招くことから、Cu含有量は2~6%と定めた。

(g) Al

Alは脱酸剤として必要な元素であって0.003%以上含有させる必要があるが、0.030%を越えて含有させると高温・長時間使用時のσ相析出が促進され、機械的性質の劣化を招くこととなる。従って、Al含有量は0.003~0.030%と定めたが、できれば0.003~0.020%に調整するのが望ましい。

(h) Mg

Mgは脱酸剤として、そして加工性改善成分として必要な元素であるが、この発明のオーステナイト鋼では脱酸元素としてのSiおよびAl量を低目に制限する場合には欠くことのできない成分であり、しかも高温強度の改善にも寄与するものである。そして、Mg含有量が0.001%未満ではその十分な効果を発揮させることができず、一方、0.015%を越えて含有させると加工性が再び劣化す

材料種別	化学成分(重量%)											
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
本発明鋼	1	0.08	0.14	0.86	18.03	9.13	3.16	0.013	0.0068	0.0042	0.158	— 残
	2	0.07	0.10	0.92	22.61	15.86	2.88	0.007	0.0074	0.0040	0.206	— 残
	3	0.07	0.12	0.90	25.14	19.14	2.50	0.012	0.0070	0.0019	0.254	— 残
	4	0.10	0.09	0.94	17.97	9.46	3.02	0.014	0.0080	0.0050	0.153	Mo: 0.35 残
	5	0.09	0.10	0.86	18.23	10.12	2.96	0.016	0.0049	0.0053	0.139	Mo: 0.96 残
	6	0.09	0.08	0.90	18.20	15.34	2.95	0.005	0.0058	0.0038	0.150	Mo: 2.83 残
	7	0.10	0.11	0.94	17.70	9.61	2.24	0.014	0.0035	0.0043	0.120	W: 0.68 残

材料種別		化学成分(重量%)											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
本発明鋼	8	0.11	0.10	0.90	18.00	10.31	2.18	0.010	0.0030	0.0043	0.116	W: 1.87	残
	9	0.11	0.13	0.78	18.24	16.75	2.20	0.012	0.0042	0.0041	0.118	W: 4.66	残
	10	0.07	0.07	1.06	18.16	8.87	3.03	0.016	0.0088	0.0058	0.165	Nb: 0.07	残
	11	0.08	0.10	1.12	18.34	9.23	2.98	0.008	0.0074	0.0050	0.158	Nb: 0.18	残
	12	0.07	0.12	1.14	18.16	9.62	3.14	0.007	0.0078	0.0052	0.165	Nb: 0.37	残

第 2 表

材料種別		化学成分(重量%)											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
本発明鋼	13	0.07	0.10	1.10	17.94	10.24	3.11	0.009	0.0080	0.0054	0.170	Nb: 0.96	残
	14	0.08	0.09	1.04	17.78	11.25	2.95	0.010	0.0071	0.0048	0.159	Nb: 1.40	残
	15	0.06	0.12	1.48	24.68	20.51	2.51	0.015	0.0068	0.0022	0.245	Nb: 0.25	残
	16	0.06	0.09	1.52	24.54	20.48	2.46	0.014	0.0057	0.0020	0.250	Nb: 0.48	残
	17	0.06	0.25	1.46	24.61	20.28	2.51	0.013	0.0068	0.0021	0.254	Nb: 0.46	残
	18	0.12	0.13	0.65	18.16	10.03	2.98	0.018	0.0080	0.0049	0.148	Mo: 0.51, Nb: 0.36	残
	19	0.11	0.10	0.72	18.01	10.58	3.06	0.016	0.0074	0.0053	0.156	Mo: 0.98, Nb: 0.40	残
	20	0.11	0.08	0.70	18.14	10.00	3.48	0.016	0.0051	0.0050	0.112	W: 0.89, Nb: 0.21	残
	21	0.12	0.10	0.70	17.81	10.72	3.52	0.018	0.0070	0.0055	0.108	W: 1.98, Nb: 0.19	残
	22	0.11	0.14	0.72	18.21	10.24	3.04	0.010	0.0090	0.0017	0.150	Mo: 0.42, W: 0.80, Nb: 0.40	残
	23	0.06	0.08	1.24	24.76	22.87	2.35	0.016	0.0042	0.0015	0.268	Mo: 0.51, Nb: 0.07	残
	24	0.05	0.11	1.34	25.32	24.78	2.40	0.006	0.0050	0.0016	0.184	W: 2.50, Nb: 0.18	残

第 3 表

材料種別		化学成分(重量%)											
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
本発明鋼	25	0.09	0.10	0.95	17.88	9.53	2.20	0.012	0.0072	0.0048	0.148	Nb: 0.40	残
	26	0.08	0.12	1.00	18.11	9.46	4.16	0.010	0.0078	0.0050	0.155	Nb: 0.38	残
	27	0.08	0.10	1.02	18.16	9.52	5.58	0.013	0.0054	0.0044	0.160	Nb: 0.38	残
	28	0.08	0.14	1.00	18.34	9.36	3.00	0.005	0.0070	0.0052	0.058	Nb: 0.19	残
	29	0.09	0.18	0.95	17.98	9.24	2.96	0.013	0.0018	0.0043	0.235	Nb: 0.18	残
	30	0.05	0.11	1.58	25.03	19.79	2.51	0.013	0.0060	0.0018	0.110	Nb: 0.45	残
	31	0.05	0.13	1.61	24.76	20.20	2.39	0.018	0.0081	0.0016	0.335	Nb: 0.46	残
	32	0.02	0.04	1.10	25.23	28.96	3.14	0.026	0.0076	0.0021	0.296	Nb: 0.20	残
	33	0.14	0.28	0.53	18.13	11.88	2.50	0.010	0.0135	0.0090	0.148	Mo: 1.12, Nb: 0.96	残
	34	0.09	0.11	6.83	14.86	6.72	2.98	0.012	0.0053	0.0047	0.113	Nb: 0.52	残

材料種別	化学成分(重量%)											
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
35	0.09	0.08	3.55	18.06	8.14	2.42	0.010	0.0024	0.0081	0.146	Mo: 0.75, Nb: 0.14	残
従来鋼	0.07	0.48	1.48	16.34	12.86	—	—	—	—	—	Mo: 2.48	残

第 4 表

材料種別	化学成分(重量%)											
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mg	B	N	その他成分	Fe+不純物
比較鋼	1	0.08	*0.38	0.98	18.1	9.4	3.10	0.013	0.0070	0.0050	0.158	— 残
	2	0.08	*0.45	0.95	18.0	9.3	3.20	0.009	0.0063	0.0053	0.160	— 残
	3	0.09	0.10	0.97	18.4	9.6	3.30	*0.038	0.0060	0.0047	0.150	— 残
	4	0.08	0.12	0.95	18.0	9.3	3.30	*0.050	0.0063	0.0050	0.153	— 残
	5	0.08	0.12	0.98	18.3	9.4	*—	0.010	0.0081	0.0049	0.152	— 残
	6	0.08	0.13	0.90	18.0	9.3	*1.51	0.016	0.0063	0.0043	0.161	— 残
	7	0.07	0.15	0.86	17.8	9.5	3.15	0.011	0.0054	*—	0.145	— 残
	8	0.08	0.13	0.90	18.0	9.6	3.10	0.015	0.0054	*0.0007	0.148	— 残
	9	0.09	0.12	0.83	18.0	9.4	3.25	0.010	*—	0.0050	0.155	— 残
	10	0.08	0.09	0.80	18.3	9.3	3.20	0.012	*0.0005	0.0053	0.150	— 残
	11	0.08	0.12	0.90	18.1	9.9	3.35	0.013	0.0070	0.0050	*0.015	— 残
	12	0.08	0.09	0.88	18.3	9.9	3.30	0.009	0.0063	0.0053	*0.042	— 残

(＊印は、この発明の範囲外から外れた値を示す)

第 5 表

材料種別	750°C×1000hクリープ破断強度(kgf/mm ²)	750°C×1000h加熱後の衝撃値(kgf·m/cm ²)
本発明鋼	1	10.3
	2	11.2
	3	11.5
	4	11.2
	5	11.8
	6	12.5
	7	11.2
	8	11.7
	9	12.3
	10	10.9
	11	11.4
	12	11.5
	13	11.9
	14	12.0

材料種別	750°C×1000hクリープ破断強度(kgf/mm ²)	750°C×1000h加熱後の衝撃値(kgf·m/cm ²)
15	12.6	8.2
16	12.9	7.0
17	12.7	7.0
18	12.3	12.0
19	13.7	10.5
20	11.8	13.5
21	13.3	13.0
22	13.5	12.0
23	12.5	8.5
24	13.0	12.5
25	11.2	12.0
26	11.8	12.5
27	12.0	11.0
28	10.5	16.7

材料 種別	750°C×1000hクリープ破断強度 (kgf/mm ²)	750°C×1000h加熱後の衝撃値 (kgf·m/cm ²)
29 30 31 32 33 34 35	11.8	8.0
	11.5	12.5
	13.0	6.7
	12.5	7.5
	14.3	8.7
	11.2	9.8
	11.8	11.0
従来鋼	7.2	14.0

第 6 表

材料 種別	750°C×1000hクリープ破断強度 (kgf/mm ²)	750°C×1000h加熱後の衝撃値 (kgf·m/cm ²)
比較 鋼	1	9.3
	2	8.8
	3	9.5
	4	9.0
	5	7.5
	6	7.7
	7	9.0
	8	9.3
	9	9.5
	10	9.6
	11	9.5
	12	9.8

[実施例]

まず、真空溶解にて第1～4表に示される成分組成の

本発明鋼1～35、従来鋼および比較鋼1～12を溶製し、鍛造及び冷間圧延を経た後溶体化処理を施した。なお、第3表において、従来鋼は18-8系のオーステナイトステンレス鋼中で最も高温強度の優れたSUS316H鋼であり、第4表における比較鋼1～12は少なくとも1種類の成分が本願発明の範囲から外れた組成を有するオーステナイト鋼である。

続いて、本発明鋼1～35、従来鋼および比較鋼1～12について、高温強度を評価する目的で、750°Cでのクリープ破断試験を行い、1000時間クリープ破断強度を求めるとともに、さらに、組織安定性を評価するために750°C×1000時間の長時間加熱後、0°Cでシャルピー衝撃試験を行った。

これらの試験結果を第5表および第6表に示す。

[発明の効果]

第5表および第6表に示される結果から、本発明鋼1～35はいずれも18-8系オーステナイトステンレス鋼の中で最も高温強度に優れたSUS316H鋼（従来鋼）よりも著しく高いクリープ破断強度を示し、また、本発明鋼1～35は衝撃特性も良好であること、さらに本発明の範囲から外れた組成を有する比較鋼1～12はクリープ破断強度が低下し好ましくないことなどがわかる。

上述のように、この発明のオーステナイト鋼は、優れた高温強度を有し、かつ良好な組織安定性も具備するので、ボイラや化学プラント等の高温装置の構造材料として用いた場合に、一段と苛酷な高温操業でも長期に亘って優れた性能を発揮するのである。